

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 25.09.2026 11:37:02
Уникальный программный ключ:
3beb265d5d589e7ff4c954946f3ad99a1e70ac12

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Строительный институт

Кафедра «Строительные конструкции»

КОНСТРУКЦИИ ИЗ ДЕРЕВА И ПЛАСТМАСС

Методические указания
по выполнению курсовой работы
«Расчет и конструирование элементов стропильной конструкции»
для обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство»
всех форм обучения

Составители
В.Г. Филисюк,
кандидат физико-математических наук, доцент
С.А. Еренчинов,
кандидат технических наук, доцент
Н.Ю. Худышкина,
ассистент

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 6FA44C50384686A8E7BD5E27735179BC
Владелец: Ефремова Вероника Васильевна
Действителен: с 14.06.2022 до 07.09.2023

Тюмень ТИУ
2019

Расчет и конструирование элементов стропильной конструкции: методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Конструкции из дерева и пластмасс» для обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство» всех форм обучения / сост. В.Г. Филисюк, С.А. Еренчинов, Н.Ю. Худышкина; Тюменский индустриальный университет. – Тюмень: Издательский центр БИК ТИУ, 2019. – 25 с.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию на заседании кафедры «Строительные конструкции» «29» августа 2018 г., протокол №1

Аннотация

Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Конструкции из дерева и пластмасс» предназначены для обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство» всех форм обучения.

Приведено задание, методические рекомендации, пример расчета и справочная информация по выполнению курсовой работы «Расчет и конструирование элементов стропильной конструкции».

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	4
2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	5
3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ...	6
4. ПРИМЕР РАСЧЕТА ДВУСКАТНОЙ СТРОПИЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ	7
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	14
ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ	14
СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА И КОНСТРУИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СТРОПИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	15
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	24

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Курсовое проектирование является наиболее эффективным средством закрепления и углубления теоретических знаний студентов, полученных при изучении курса «Конструкции из дерева и пластмасс».

Основные цели курсового проектирования состоят в следующем:

1. Знакомство с рациональными областями применения тех или иных конструкций из древесины и пластмасс.
2. Освоение основных принципов объёмно-планировочной компоновки зданий (сооружений) с деревянным каркасом.
3. Приобретение навыков правильного установления конструктивных и расчётных схем зданий и их отдельных элементов.
4. Изучение методов статических и конструктивных расчётов строительных конструкций.

В курсовой работе студент должен решить следующие задачи:

- Выбрать на основании вариантного сравнения наиболее рациональное конструктивно-компоновочное решение указанного в задании здания(сооружения);
- Выбрать материалы для изготовления соответствующих элементов конструкций и назначить расчётные сопротивления, установить класс здания, степень огнестойкости и условия эксплуатации;
- Определить нагрузки, действующие на сооружение, и вычислить внутренние усилия, возникающие при этом в элементах конструкций;
- Законструировать и рассчитать ограждающие и несущие конструкции покрытия здания, их элементы, узлы и соединения;
- Выбрать мероприятия по обеспечению его долговечности, защите конструкций от гниения, возгорания и коррозии.

1. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа является самостоятельной творческой работой студента, и поэтому в задании на проектирование, принимаемом в соответствии с индивидуальным шифром, указываются лишь его генеральные размеры и район строительства (табл. 1 прил.1.). Все остальные данные, необходимые для проектирования, выбираются студентом самостоятельно из нормативной, технической и учебной литературы.

Курсовая работа состоит из разделов:

- Вариантное проектирование.
- Техническое проектирование.
- Рабочее проектирование.

Графическая часть курсовой работы должна быть выполнена на листах формата А2. Графическая часть сопровождается расчётно-пояснительной запиской общим объёмом 10-15 страниц, оформленной в электронном виде в соответствии с требованиями стандарта предприятия.

2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. Составить геометрическую схему стропильной конструкции в соответствии с данными на выполнение курсовой работы:

- определить расчётные длины наклонных стропил;
- определить расчётные длины затяжек, стоек и подкосов, если таковые имеются в данной стропильной конструкции;
- задать предварительные размеры поперечного сечения элементов стропильной конструкции.

2. Собрать нагрузку (постоянную и временную) на стропильную конструкцию с учётом угла наклона ската к горизонтальной поверхности.

3. Составить расчётную схему стропильной конструкции с учётом стоек, затяжек и подкосов, если таковые присутствуют в данной конструкции.

4. Выполнить статический расчёт элементов стропильной конструкции.

5. Выполнить расчёт и конструирование элементов и узлов стропильной конструкции.

6. Выполнить чертежи основных элементов и узлов стропильных конструкций.

3. ПРИМЕР РАСЧЕТА ДВУСКАТНОЙ СТРОПИЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Запроектировать и рассчитать двускатные наклонные стропила под кровлю из металлочерепицы. Стропильные ноги расположены с шагом 120 см. Район строительства – г.Тюмень, высота 28 м, ширина здания 2×600 см.

Зададим предварительные размеры поперечного сечения элементов стропильной конструкции:

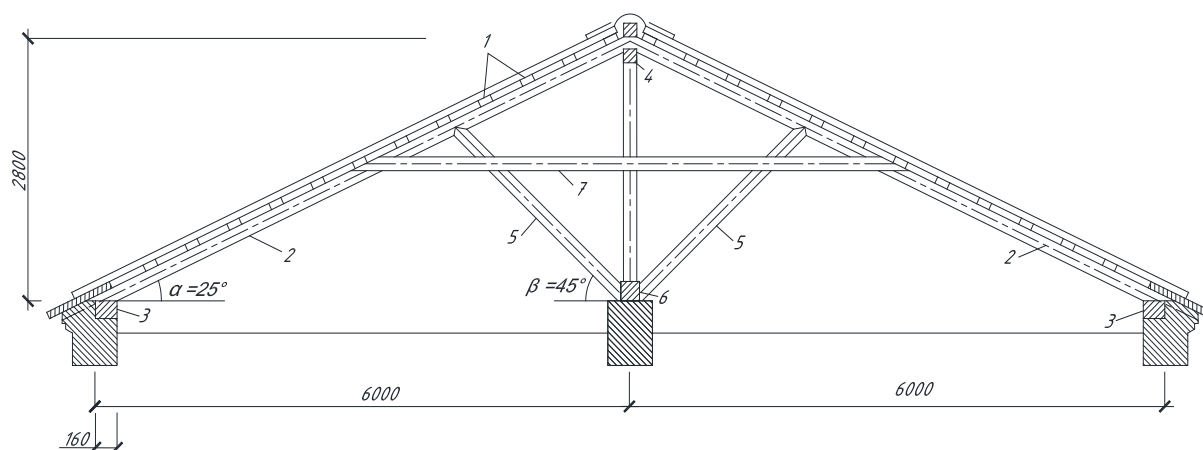


Рис.1. Стропильная конструкция из досок.

1. Обрешетка из досок $15,0 \times 2,5$ см с зазором между ними 15 см.;
2. Стропильные ноги из двух досок $2 \times 0,5 \times 17,5$ см, расположенных вертикально;
3. Мауэрлат из бруса 15×15 см;
4. Коньковый прогон из бруса 15×15 см;
5. Подкосы из доски $5 \times 17,5$ см;
6. Лежень из бруса 15×15 см;
7. Затяжка из доски $5 \times 17,5$ см.

Расчет стропильной конструкции.

1. *Определение геометрических размеров стропильной системы.*
Лежни укладываем на одном уровне с мауэрлатами. Ось мауэрлата смещена относительно оси стены на 16 см.

Расстояние от оси мауэрлата до оси внутренней стены –
 $l = L - 16 = 600 - 16 = 584$ см.

Высота стропил в коньке –

$$h = L \cdot \operatorname{tg} \alpha = L \cdot \operatorname{tg} 25 = 600 \cdot 0,466 = 280 \text{ см.}$$

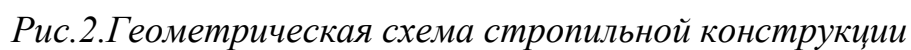


Таблица 1

Сбор нагрузок на стропильную ногу

8

где: $\sin 25^\circ = 0.423$; $\cos 25^\circ = 0.906$; $\gamma = 6,0 \text{ кН/м}^3$ – объемный вес древесины хвойных пород с влажностью 20%.

3. Расчет стропильной ноги. Наклонная стропильная нога имеет расчётную схему в виде наклонной балки, имеющей шарнирные оперения в виде шарнирно- подвижных или шарнирно- неподвижных опор. В зависимости от вида шарнирной опоры и от угла наклона к горизонту в наклонной балке возникают продольные усилия сжимающие или растягивающие продольную ось, или и те, и другие усилия, если обе опоры шарнирно- неподвижные (см. рисунок). Конструктивно опорные узлы решаются или в виде лобовых упоров, или в виде контактных стыков.

С учётом продольных усилий, возникающих в наклонных стропильных ногах, они являются сжато- изгибаемыми или растянуто- изгибаемыми. В расчёте стропильной ноги в курсовой работе допускается не учитывать действие продольного усилия, так как добавка напряжения оси не превышает 3-8%. Таким образом расчётным состоянием наклонной стропильной ноги принимается поперечный изгиб, согласно [1].

Стропильную ногу рассматриваем как неразрезную балку на трех опорах. Опасным сечением стропильной ноги является сечение в месте примыкания подкоса. Изгибающий момент в этом сечении по формуле [4]

$$M_B = \frac{q^p \cdot (l_1^3 + l_2^3)}{8 \cdot l} = \frac{2,11 \cdot (3,94^3 + 1,9^3)}{8 \cdot 5,84} = 3,07 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

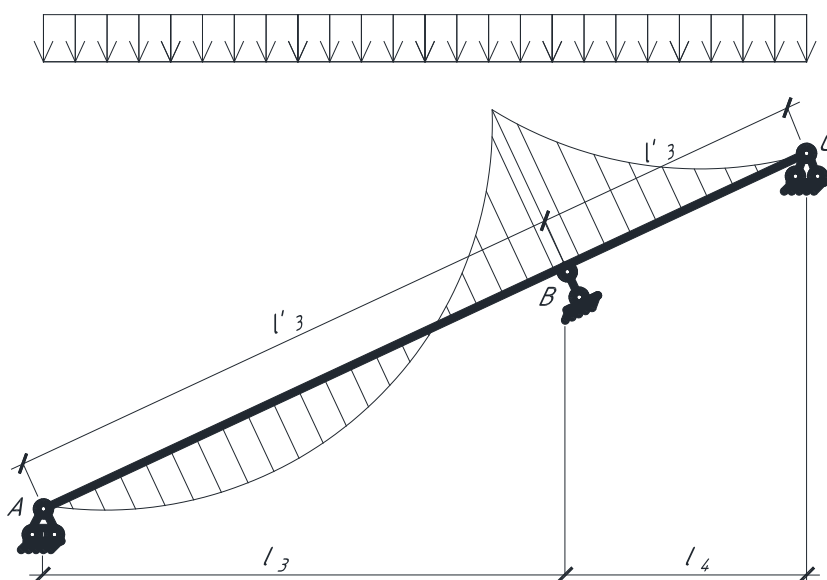


Рис.3.Расчётная схема стропильной конструкции

Момент сопротивления сечения стропильной ноги из двух досок сечением $5 \cdot 17,5$ см равен:

$$W_p = \frac{2 \cdot b \cdot h^2}{6} = \frac{2 \cdot 0,05 \cdot 0,175^2}{6} = 0,00052 \text{ м}^3 = 520 \text{ см}^3$$

Прочность сечения прогона как изгибаемого элемента определяем по формуле 17 [1]

$$\begin{aligned} \frac{M}{W_p} &= \frac{3,07 \text{ кН} \cdot \text{м}}{0,00052 \text{ м}^3} = \frac{5900 \text{ кН}}{\text{м}^2} = 0,59 \text{ кН/см}^2 = 5,9 \text{ МПа} \leq 13,0 \text{ МПа} \cdot 1 \cdot 1 \\ &= R_{\text{и}} \cdot m_{\text{в}} \cdot m_{\text{т}} \end{aligned}$$

где $R_{\text{и}} = 13,0$ МПа – расчетное сопротивление изгибу $R_{\text{и}}$ определяем по таблице 3 [1].

Вывод: Условие прочности стропильной ноги выполняется. Запас прочности до 60%, поэтому возможно уменьшение размеров поперечного сечения стропильной ноги до размеров поперечного сечения $2 \times 5 \times 15$ см.

Проверку жесткости (расчет по второй группе предельных состояний) выполняем как для однопролетной балки пролетом $l^1 = 394$ см, равным расстоянию от левой опоры до узла соединения стропильной ноги и подкоса. Уменьшение пролёта учитываем в запас прочности.

$$\frac{f}{l_1^1} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q^{\text{н}} l^3}{EI} \leq \left[\frac{f}{l} \right] = 0,0045 \leq 0,005 = \left[\frac{f}{l} \right]$$

где: $q^{\text{н}} = 1,58$ кН/м – нормативное значение нагрузки;

$E = 1000$ кН/см² = 10^7 кН/м²;

$l^3 = 3,94$ м³ – расчетный пролет стропильной ноги, с учётом запаса;

Для сечения стропильной ноги принимаем из двух досок 5×15 см

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{2 \cdot 0,05 \cdot 0,15^3}{12} = 0,000028 \text{ м}^4 = 2813 \text{ см}^4$$

– момент инерции сечения стропильной ноги;

$\left[\frac{f}{l} \right]$ – предельно допустимое значение прогиба, определяемое по [1]

Вывод: Условие по прогибу стропильной ноги выполняется.

4. *Расчет затяжки и подкоса.* Вертикальная составляющая опорной реакции на средней опоре стропильной ноги [4]:

$$P = \frac{q \cdot l}{2} + \frac{M_B}{l_1} + \frac{M_B}{l_2} = \frac{q \cdot l}{2} + \frac{M_B \cdot l}{l_1 \cdot l_2} = \frac{2,11 \cdot 5,84}{2} + \frac{3,07 \cdot 5,84}{394 \cdot 1,9} = 8,55 \text{ кН}$$

Раскладываем эту вертикальную реакцию на продольное усилие, действующее в затяжке $N_{\text{зат.}}$, и продольное усилие сжимающее подкос $N_{\text{подк.}}$:

$$N_{\text{зат.}} = P \cdot \sin 25 = 8,55 \cdot 0,423 = 3,62 \text{ кН}$$

$$N_{\text{подк.}} = P \cdot \cos 25 = 8,55 \cdot 0,906 = 7,75 \text{ кН}$$

Прочность затяжки, работающей на растяжение:

$$\begin{aligned} \frac{N_{\text{зат}}}{F_{\text{зат}}} &= \frac{3,62}{0,05 \cdot 0,175} = 413,7 \text{ кН/м}^2 = 0,414 \text{ МПа} < 7 \text{ МПа} \cdot 1 \cdot 1 \\ &= R_p \cdot m_b \cdot m_T \end{aligned}$$

Вывод: условие прочности затяжки выполняется с большим запасом, поэтому сечение затяжки с учётом удобства конструирования узлов уменьшаем до размера 5×15 см.

Расчёт сжатого подкоса:

-на прочность

$$\frac{N_{\text{подк}}}{F_{\text{подк}}} = \frac{7,75}{0,05 \cdot 0,175} = 885 \text{ кН/м}^2 = 0,885 \text{ МПа} < 15 \cdot 1 \cdot 1 = R_c \cdot m_b \cdot m_t$$

- на устойчивость

$$\begin{aligned} \frac{N_{\text{подк}}}{\varphi \cdot F_{\text{подк} \cdot p}} &= \frac{7,75}{0,78 \cdot 0,05 \cdot 0,175} = 1135 \text{ кН/м}^2 = 1,135 \text{ МПа} \leq 15 \cdot 1 \cdot 1 \\ &= R_c \cdot m_b \cdot m_t \end{aligned}$$

где $\varphi = 1 - a \cdot \left(\frac{\lambda}{100}\right)^2 = 1 - 0,8 \cdot \left(\frac{52}{100}\right)^2 = 0,78$, коэффициент продольного изгиба, определяется по формуле 7 [1];

$$\lambda = \frac{l_0}{r} = \frac{2,68}{0,051} = 53 < 70 < [\lambda] = 120$$

где $l_0 = \mu_0 \cdot l = 1,0 \cdot 2,68$ - расчетная длина подкоса;
 $\mu_0 = 1$ - коэффициент приведения см. п. 6.23 [1];
 r - радиус инерции сечения подкоса:

$$r = \sqrt{\frac{I}{F}} = \sqrt{\frac{h^2}{12}} = \sqrt{\frac{0,175^2}{12}} = 0,051 \text{ м}$$

Вывод: Условие прочности и устойчивости подкоса выполняется, сечение подкоса уменьшаем до минимально допустимого по условиям конструирования узлов 5×15 см.

5. Расчёт и конструирование узлов.

Суммарная толщина пробиваемого пакета в узле составляет:

$$b = a + c + a = 5 + 5 + 5 = 15$$

Длину гвоздя выбираем так, чтобы не пробивать пакет насквозь. Принимаем длину гвоздя $l_{гв} = 150$ мм, $d_{гв} = 5$ мм по ГОСТ 4028-68*.

Расчетная длина защемления конца гвоздя в непробиваемом насквозь крайнем элементе по п. 7.20 [1]:

$$a_{гв} = 150 - 50 - 50 - 2 \cdot 2 - 1,5 \cdot 5 = 38,5 \text{ мм} > 4d = 4 \cdot 5 = 20 \text{ мм}$$

Несущая способность гвоздя для первого шва из условия смятия средних и крайних элементов и изгиба гвоздя по табл. 18 [1].

Смятие среднего элемента:

$$T_{с.ср.}^1 = 0,5 \cdot c \cdot d = 0,5 \cdot 5 \cdot 0,5 = 1,25 \text{ кН}$$

Смятие крайнего элемента:

$$T_{с.кр.}^1 = 0,8 \cdot a \cdot d = 0,8 \cdot 5 \cdot 0,5 = 2 \text{ кН}$$

Изгиб гвоздя:

$$T_{\text{и}}^1 = 2,5 \cdot d^2 + 0,01 \cdot a^2 = 2,5 \cdot 0,5^2 + 0,01 \cdot 5^2 = 0,625 \text{ кН} < 4 \cdot d^2 = 4 \cdot 0,5^2 < 0,1 \text{ кН}$$

Для дальнейшего расчета принимаем минимальное значение из условия изгиба гвоздя равное 0,625кН.

Несущая способность гвоздя для второго шва из условия смятия крайнего элемента и изгиба нагеля с учетом расчетной длины заземления конца гвоздя:

Смятие крайнего элемента

$$T_{\text{с.кр.}}'' = 0,8 \cdot a_{\text{гв}} \cdot d = 0,8 \cdot 3,85 \cdot 0,5 = 1,54 \text{ кН}$$

Изгиб нагеля

$$T_{\text{и}}'' = 2,5 \cdot d^2 + 0,01 \cdot a_{\text{гв}}^2 = 2,5 \cdot 0,5^2 + 0,01 \cdot 3,85 = 0,77 \text{ кН}$$

Суммарная наименьшая несущая способность двухсрезного гвоздя:

$$T_{\rho} = 0,625 + 0,77 = 1,4 \text{ кН}$$

Количество гвоздей:

$$n = \frac{N_{\text{зат}}}{T_{\rho}} = \frac{3,62}{1,4} = 2,6$$

Принимаем 3 гвоздя длиной 150мм, Ø 5 мм и располагаем их по шахматной схеме.

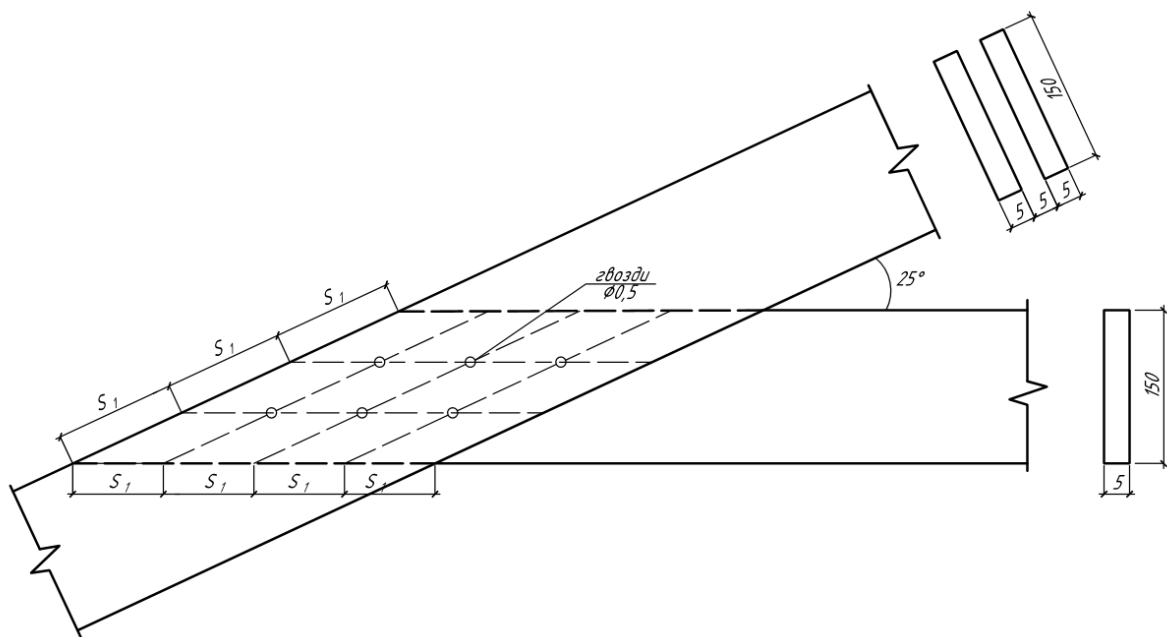


Рис.4. Узел стыка стропильной ноги и затяжки

ПРИЛОЖЕНИЯ

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

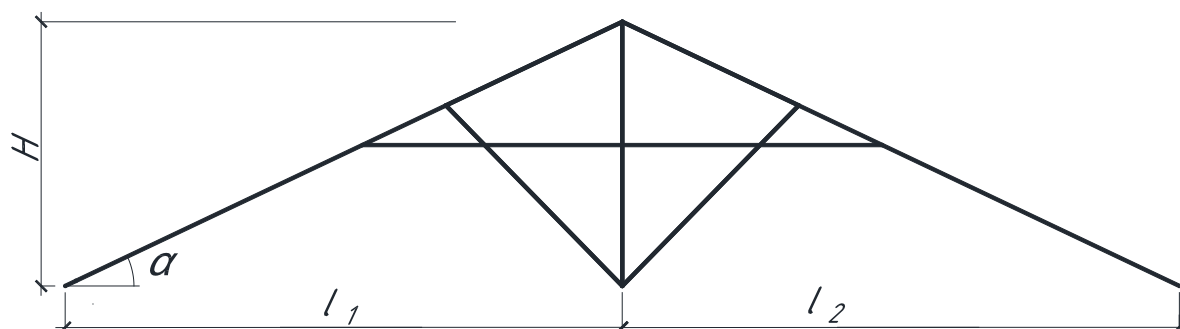


Рис.5 Схема стропильной конструкции покрытия

Данные для задания на курсовую работу выбирают в соответствии с двумя последними цифрами учебного шифра студента (табл.1,2)

Таблица 1

Последняя цифра зачётки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пролёты l_1/l_2 , м	4/4	4/5	5/5	5/6	6/6	6/7	7/7	5/7	4/7	4/6
Высота чердачного помещения	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	3,0

Таблица 2

Предпоследняя цифра зачётки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Район строительства	Екатеринбург	Тюмень	Омск	Тобольск	Ханты-Мансийск	Нижневартовск	Новый Уренгой	Березово	Гыда	Ишим
Шаг стропильных конструкций, м	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,8

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА И КОНСТРУИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СТРОПИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Схемы поперечных разрезов двускатных наслонных стропил для зданий с несущими стенами.

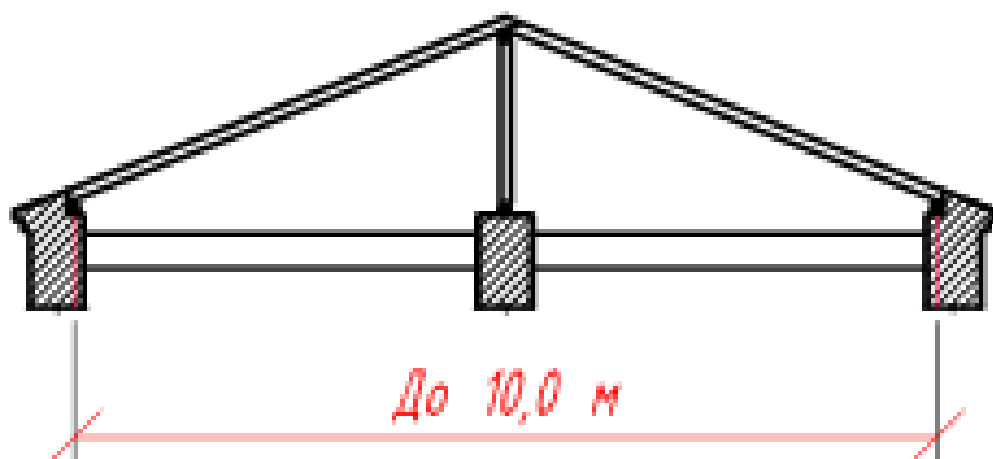


Схема 1

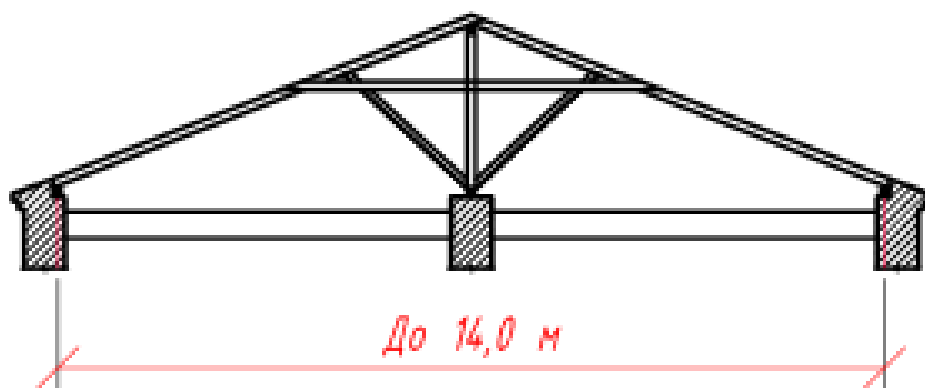


Схема 2

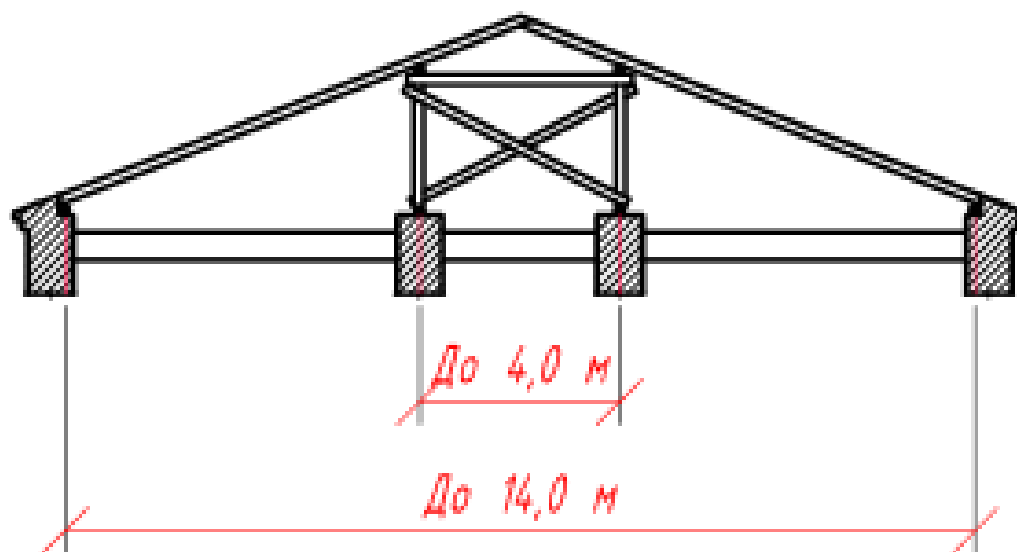


Схема 3

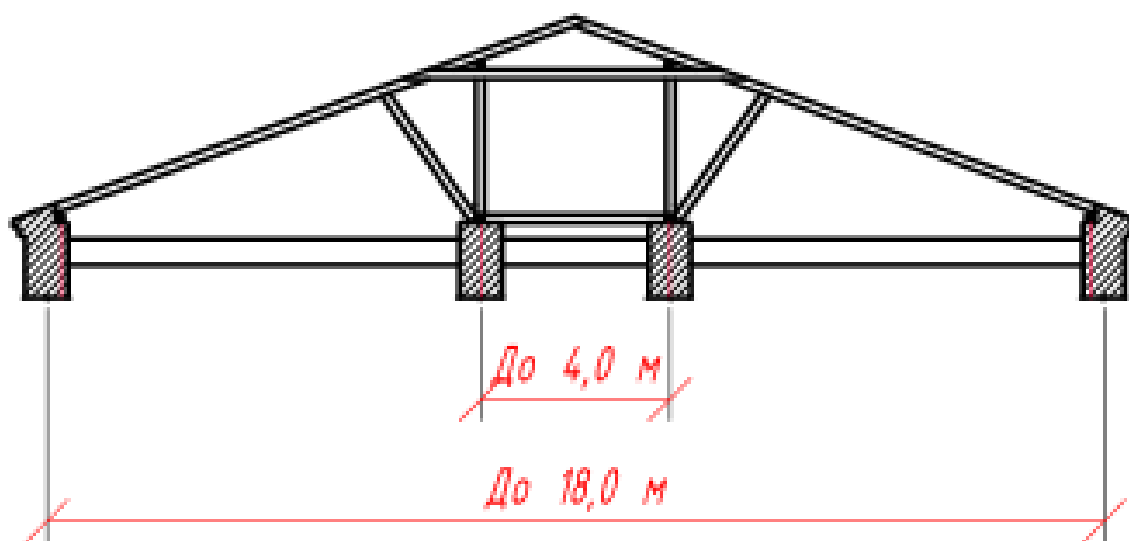


Схема 4

Схемы продольных разрезов наслонных стропил к схемам поперечных разрезов 2 и 4.

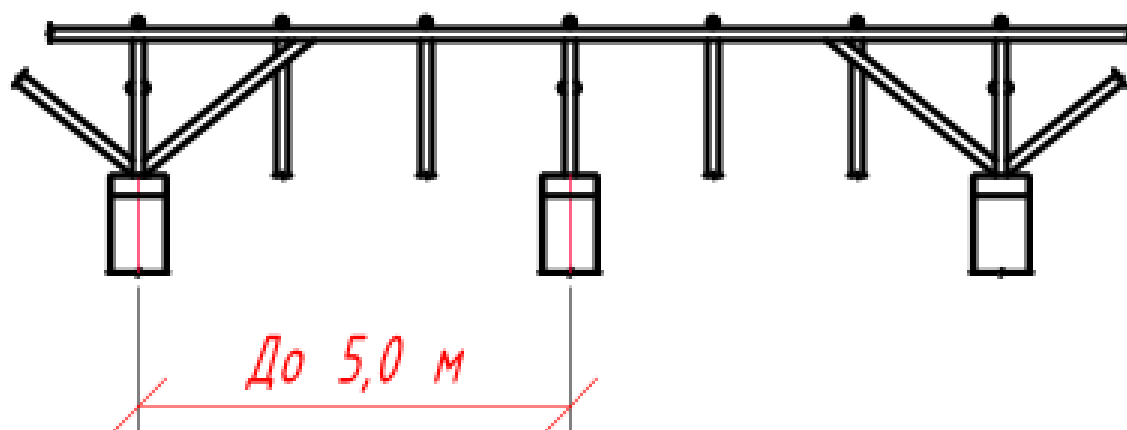


Схема 9

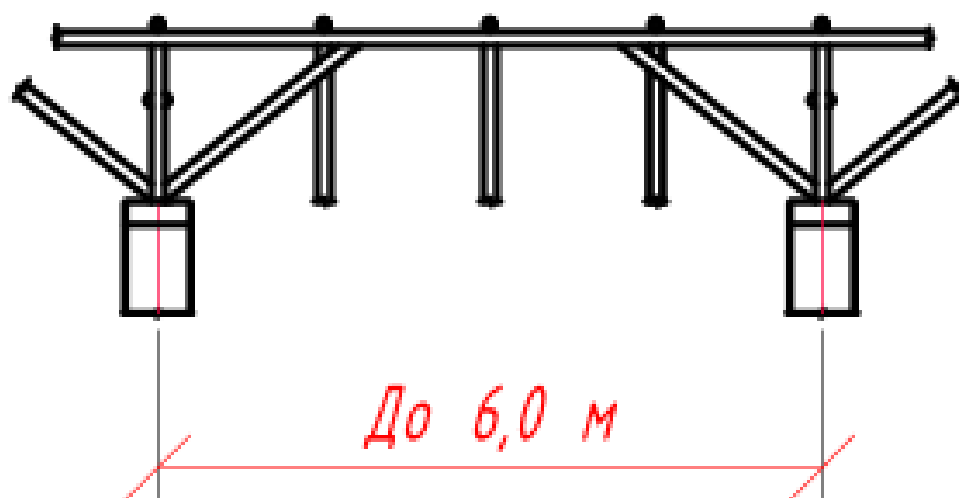


Схема 10

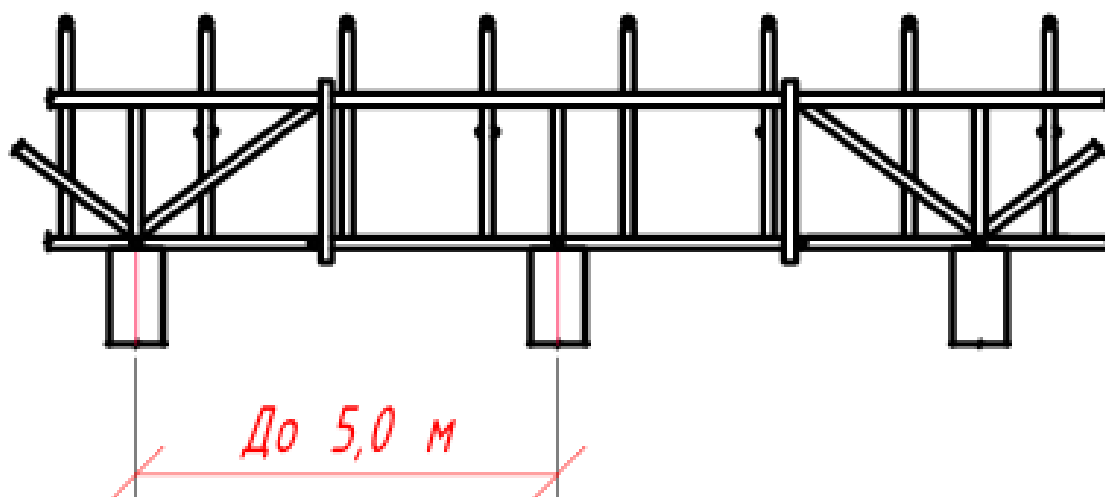


Схема 11

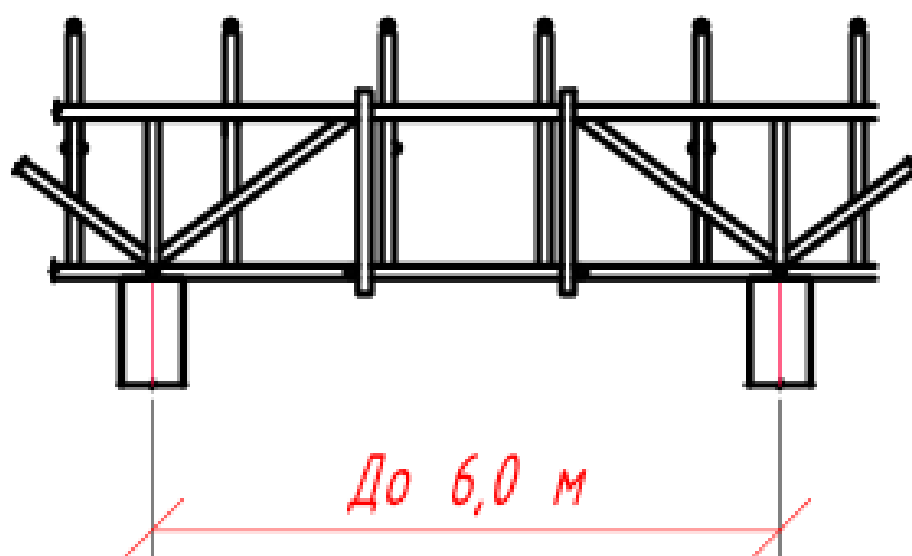


Схема 12

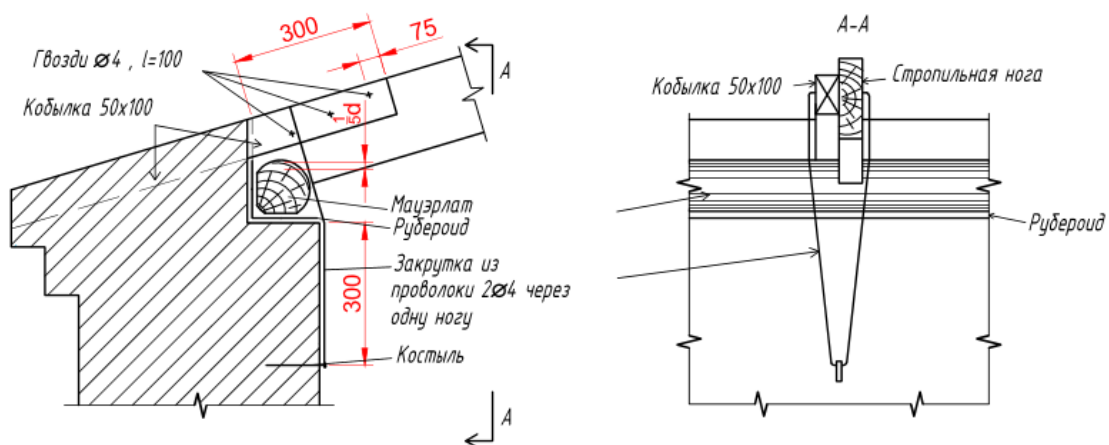


Рис.6. Узел опирания наслонных стропил на наружные кирпичные стены

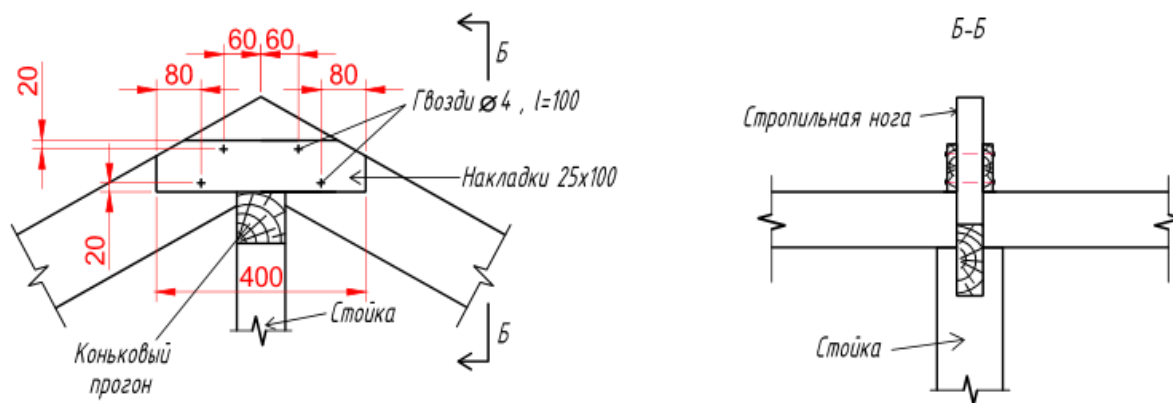


Рис.7. Коньковый узел стропильной конструкции

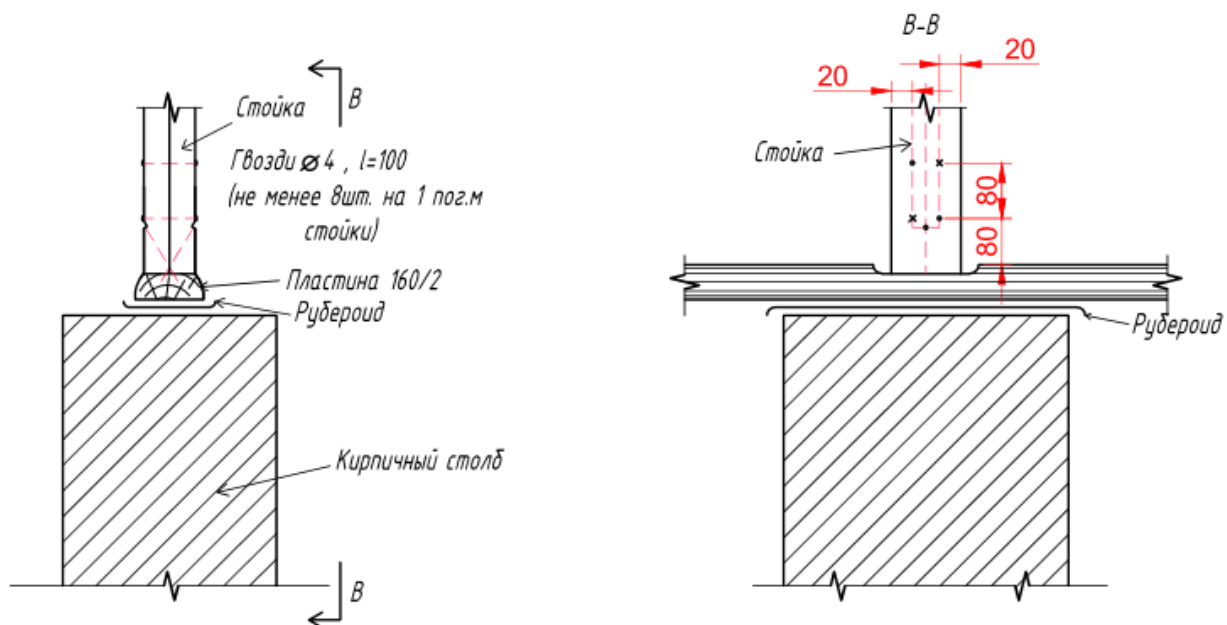


Рис.8. Узел опирания стропильной конструкции на внутреннюю несущую стену

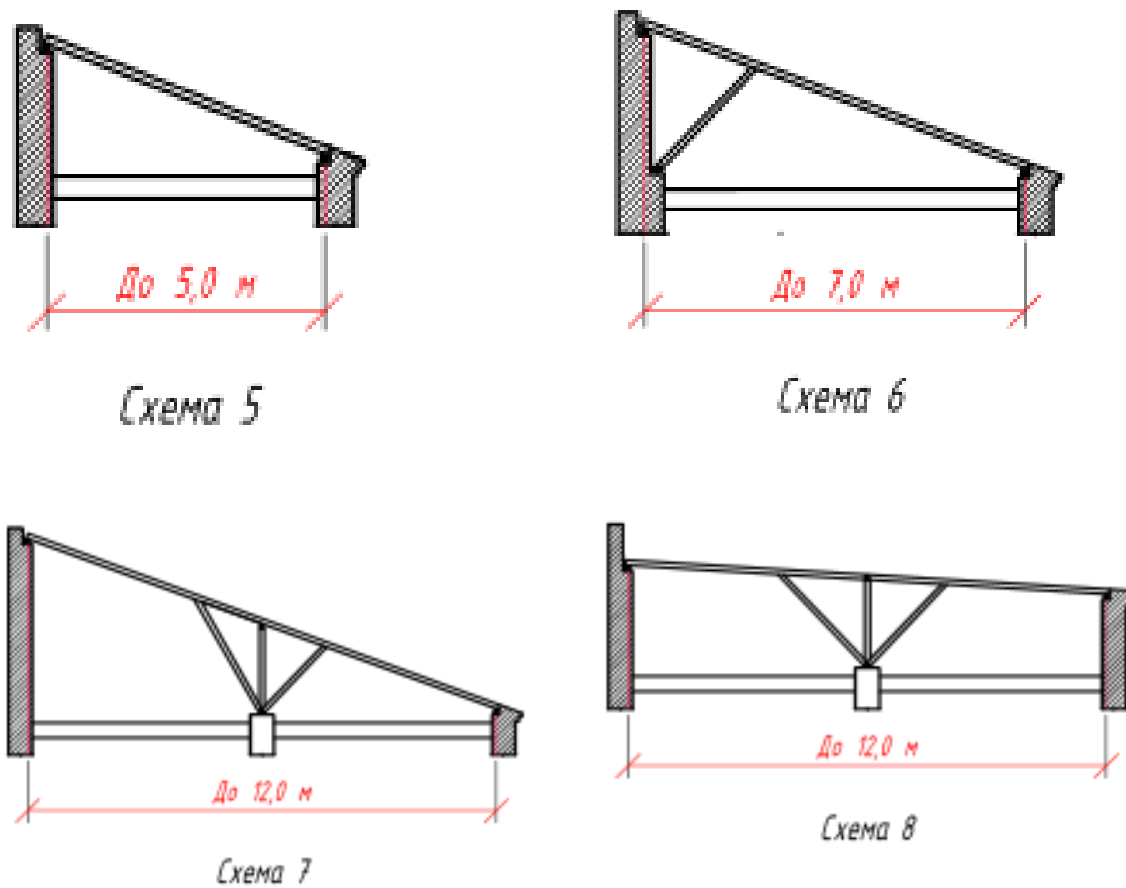


Рис.9. Схемы поперечных разрезов односкатных наклонных стропил

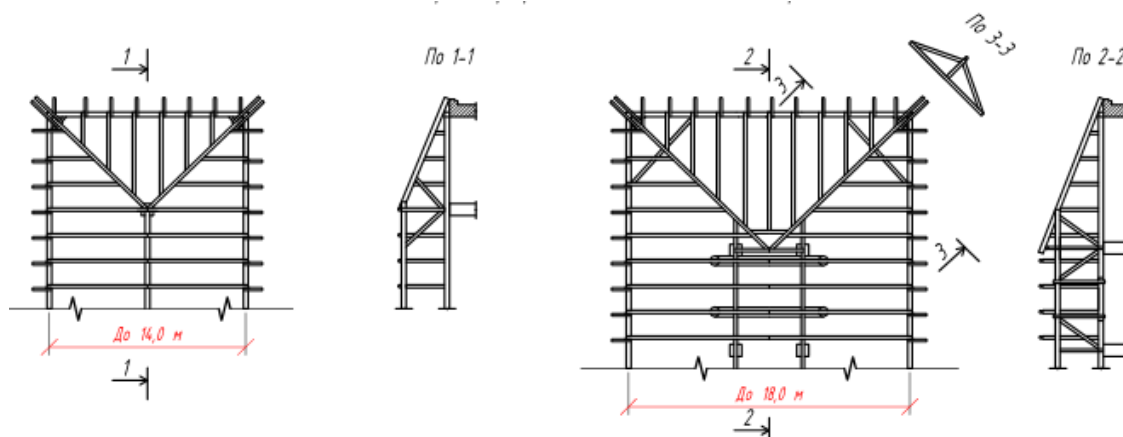


Рис.9. Схемы вальмовой части наслонных стропил

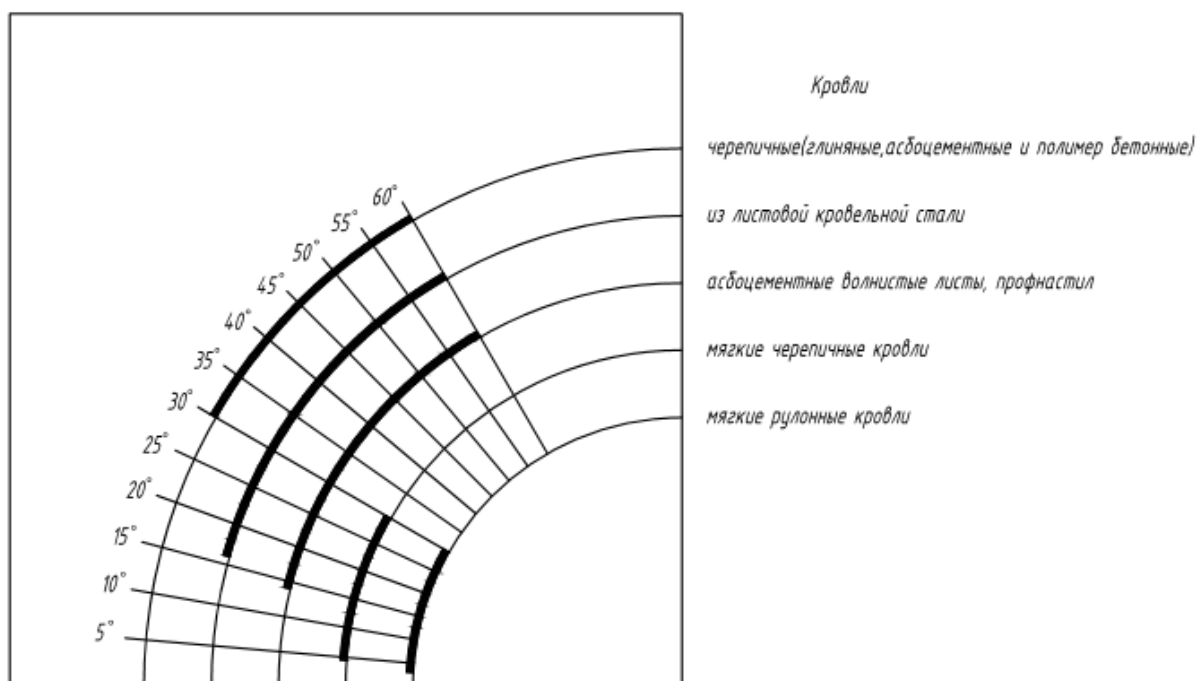
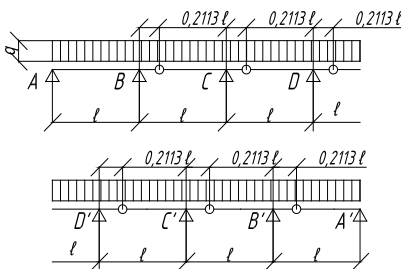
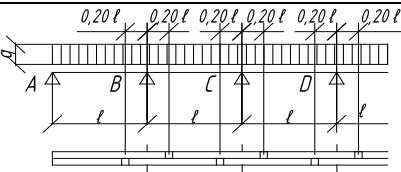


Рис.10. Рекомендуемые уклоны кровель выполненных из различных кровельных материалов

Таблица 3

Схемы балок и загружений	Опорные реакции	Величины и места возникновения	
		наибольших изгибающих моментов	наибольших прогибов
	$A = B = 0,375 \, ql$ $C = 1,250 \, ql$	$+0,070 \, ql^3$ на расстоянии от $A \, x_0 = 0,4 \, l$ $-0,125 \, ql^3$ на опоре C	$0,00547 \frac{ql^4}{EJ}$
	$A = 0,32 \, ql$ $B = 0,98 \, ql$ $C = ql$	$-\frac{1}{16} \, ql^2$ на опорах $+\frac{1}{16} \, ql^2$ в середине всех промежуточно х пролетов	$\frac{1}{192} * \frac{ql^4}{EJ}$ в середине промежуточно х пролетов без шарниров
	$A = 0,44 \, ql$ $B = 1,06 \, ql$ $C = ql$	$-\frac{1}{16} \, ql^2$ на опорах $+\frac{1}{16} \, ql^2$ в середине всех промежуточно х пролетов $+0,968 \, ql^2$ на расстоянии от $A \, x = 0,44 \, l$	$\frac{1}{192} * \frac{ql^4}{EJ}$ в середине промежуточно х пролетов без шарниров
	$A' = 0,320 \, ql$ $B' = 1,103 \, ql$	$-\frac{1}{12} \, ql^2$ на опоре B $+0,051 \, ql^2$ в пролете $A' - B'$ $+\frac{1}{16} \, ql^2$ в пролете $A - B$	$\frac{1}{384} * \frac{ql^4}{EJ}$ в промежуточно х пролетах

	$A' = 0,368 \, ql$ $B' = 1,132 \, ql$	$-\frac{1}{12} \, ql^2$ на опоре B	$\frac{1}{384} * \frac{ql^4}{EJ}$ в промежуточны х пролетах
	$A = B = 0,375 \, ql;$ при четырех равных пролетах $B = 1,143 \, ql;$ при пяти- $B = 1,132 \, ql$	$+0,078 \, ql^2$ в пролете $A' - B'$	
		$+\frac{1}{24} \, ql^2$ в пролете $A - B$	
		$-\frac{1}{10} \, ql^2$ на опоре B	$\frac{1}{192} * \frac{ql^4}{EJ}$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. – М.: Минстрой России, 2017. – 102 с.
2. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85. – М.: Минрегион России, 2011. - 80 с.
3. Гаппоев М.М, Гуськов И.М и др. Конструкции из дерева и пластмасс. Учебник. - М.: Издательство АСВ, 2004. - 440 с.
4. В.Е.Шишкин. Примеры расчёта конструкций из дерева и пластмасс. Учебник. - М.: Стройиздат, 1974. - 222с

Учебное издание

КОНСТРУКЦИИ ИЗ ДЕРЕВА И ПЛАСТМАСС

Методические указания
по выполнению курсовой работы
«Расчёт и конструирование элементов стропильной конструкции»

Составители
ФИЛИСЮК Владимир Гаврилович
ЕРЕНЧИНОВ Сергей Александрович
ХУДЫШКИНА Наталья Юрьевна

В авторской редакции

Подписано в печать 27.02.2019. Формат 60×90 1/16. Печ. л. 1,56.
Тираж 300 экз. Заказ № 19-169.

Библиотечно-издательский комплекс
Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Тюменский индустриальный университет».
625000, Тюмень, ул. Володарского, 38.

Типография библиотечно-издательского комплекса.
625039, Тюмень, ул. Киевская, 52.